



Måling af den totale metanemission fra Horsens Deponeringsanlæg

Fredenslund, Anders Michael; Delre, Antonio; Scheutz, Charlotte

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Fredenslund, A. M., Delre, A., & Scheutz, C. (2015). *Måling af den totale metanemission fra Horsens Deponeringsanlæg*. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.

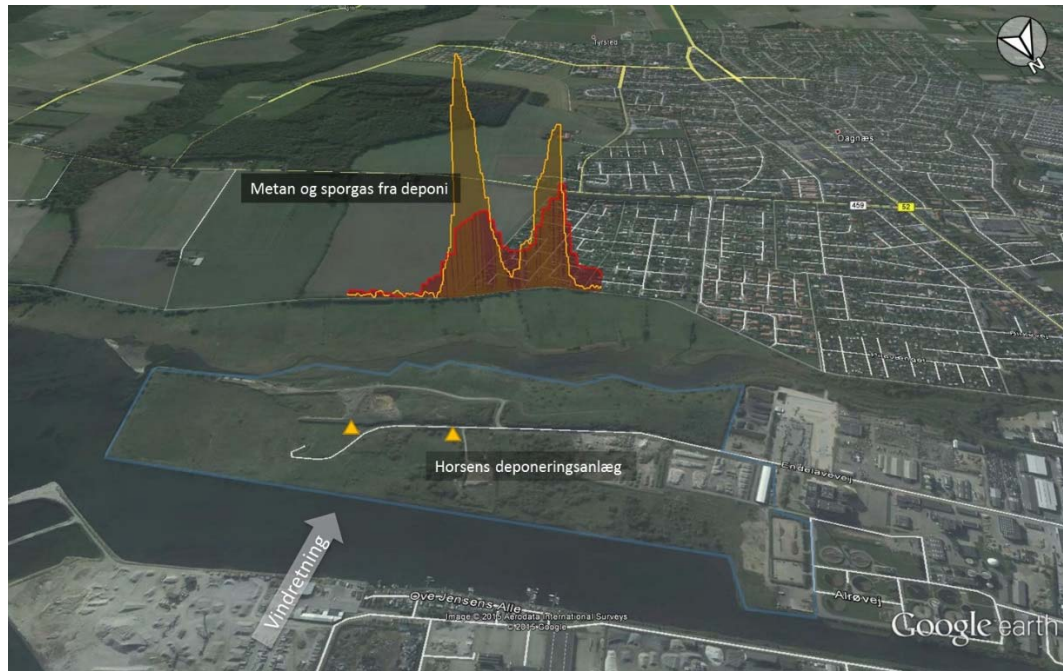
General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Måling af den totale metanemission fra Horsens Deponeringsanlæg



Metan og sporgaskoncentrationer nedvinds Horsens Deponeringsanlæg under måling af den totale metanemission 13. oktober, 2015. Baggrundskoncentrationen af metan på 1,914 ppm er fratrasket. Der blev set metanemission fra det nærliggende komposteringsanlæg, men det var muligt at separere disse emissioner fra deponiets.

Anders M. Fredenslund, Antonio Delre & Charlotte Scheutz

Institut for Vand og Miljøteknologi

Danmarks Tekniske Universitet.

November 2015

Institut for Vand og Miljøteknologi

Miljøvej

Bygning 113

2800 Kgs. Lyngby

Email: info@env.dtu.dk

Telefon: 45 25 16 00

Fax: 45 93 28 50

CVR-nr. 30 06 09 46

EAN-nr. 57 98 00 04 31 201

Kontakt vedr. denne rapport:

Anders M. Fredenslund

Telefon: +45 45 25 15 91

E-mail: amfr@env.dtu.dk

$$f(x+\Delta x)=\sum_{i=0}^{\infty}\frac{(\Delta x)^i}{i!}f^{(i)}(x)$$
$$\Delta\int_a^b\Theta+\Omega\int\delta e^{i\pi}=-1$$
$$\infty=\{2.7182818284\}$$
$$\chi^2$$
$$\sum!$$
$$\gg$$
$$\approx$$
$$\lambda$$

ο τυθιοποσδφγηξκλ

1. Indledning og formål

Institut for Vand og Miljøteknologi (DTU Miljø) udfører for Miljøstyrelsen målinger af totale emissioner af metan fra en række danske deponier som led i etablering af biocovers til nedbringelse af drivhusgasemissioner. Denne rapport beskriver måling og resultater fra deponiet Horsens Deponeringsanlæg beliggende på Endelavevej 32, 8700 Horsens. Målingen af den totale metanemission blev udført 13. oktober, 2015.

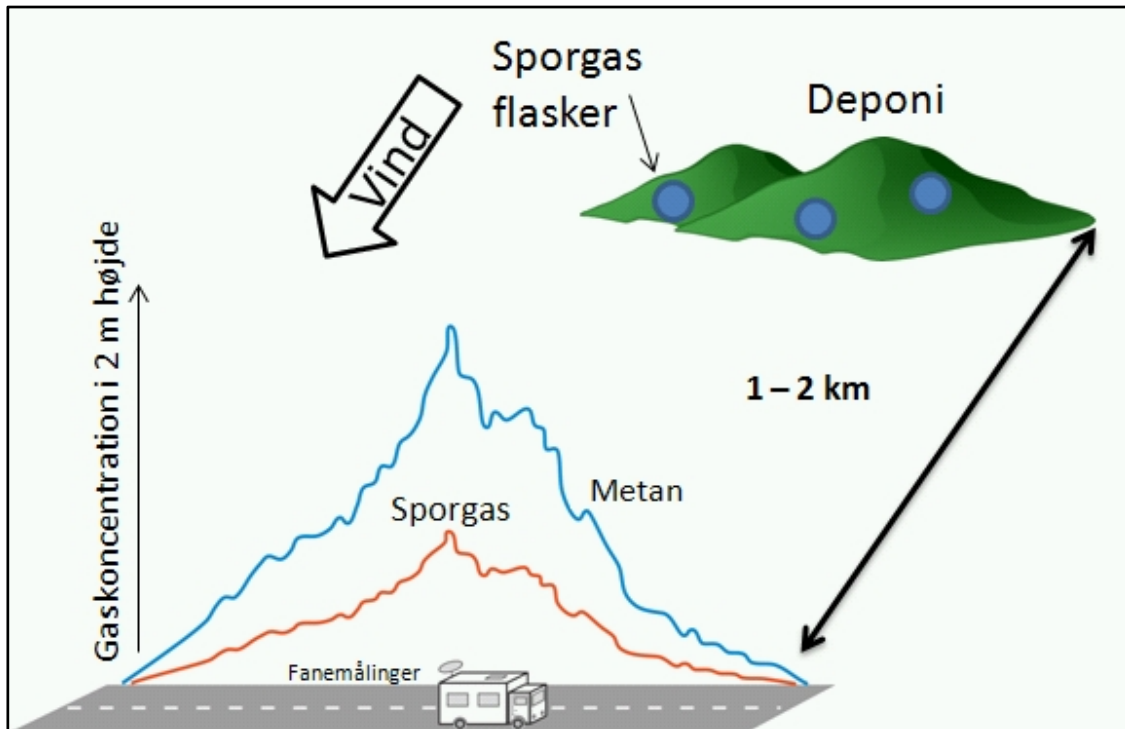
DTU Miljø har lang erfaring med måling af gasemissioner fra deponier med brug af forskellige metoder. I 2011 blev der indkøbt udstyr til opbygning af en mobil analyseplatform til udførsel af sporgasdispersionsmålinger, som har vist sig at være en velegnet metode til måling af totale metanemissioner fra deponier og lignende anlæg, der er karakteriseret ved at emissionerne sker fra diffuse og måske ukendte kilder fordelt på relativt store arealer.

Sporgasdispersionsmetoden har været anvendt her til at måle den totale emission af metan fra det deponerede affald på anlægget. Det har været vigtigt, at kunne separere bidrag fra denne del af anlægget fra metanemissioner fra andre aktiviteter såsom kompostering af haveaffald. Der understreges, at målingen viser emissionen, som den var på det tidspunkt, hvor målingen blev udført, og at gasemissioner fra deponier varierer over tid - blandt andet under påvirkning af atmosfæriske forhold som trykstigninger og fald.

2. Metodebeskrivelse

Metoden, der blev anvendt til kvantitativ bestemmelse af den totale metanemission fra deponiet, kaldes den dynamiske sporgasdispersionsmetode, der blandt andet er beskrevet i Galle et al., 2001, Scheutz et al., 2011 og Mønster et al., 2014.

Teorien bag den benyttede målemetode er, at gasser med lang atmosfærisk levetid vil opføre sig ens i forhold til opblanding og transport i atmosfæren. Det er derfor muligt at udlede en kendt mængde af en sporgas tæt på metankilderne, måle koncentrationen af sporgas samt metan langt væk fra kilderne i vindens retning og derefter beregne emissionen af metan ud fra forholdet mellem koncentration af metan og sporgas. Efter at baggrundskoncentrationerne er fratrasket, vil forholdet mellem koncentrationen af metan og sporgas på målestedet være det samme som forholdet mellem metanemissionen og udledningen af sporgas på deponiet. Princippet i metoden er illustreret i Figur 1.



Figur 1. Princippet i den dynamiske sporgasdispersionsmetode til bestemmelse af metanemissionen fra et affaldsdeponi. På figuren ses et match mellem stigninger og fald i koncentrationer af sporgas og metan målt på tværs nedvinds et deponi. Dette indikerer, at sporgasfrigivelsen på tilfredsstillende vis simulerer frigivelsen af metan.

Målingerne blev foretaget med et Picarro metan/acetylen analyseapparat (model G2203), som kan måle meget små koncentrationsforskelle trods den relativt høje baggrunds-koncentration af metan i atmosfæren. En GPS var tilsluttet udstyret for at registrere den præcise geografiske position under målingerne, og en vejstation målte temperatur, atmosfærisk tryk, vindstyrke og retning. For at få en god simulering af den samlede emission af metan er det nødvendigt at frigive sporgas de steder på deponiet, hvor hovedparten af metanen emitteres. Dette sikres ved, at der inden den egentlige måling udføres en screening af metankoncentrationer ved at måle tilgængelige steder på deponiet.

I starten og i slutningen af hver målekampagne måles baggrundskoncentrationerne af metan og sporgas opvinds fra deponiet, og det sikres, at der ikke er andre kilder imellem deponiet og den valgte målevej nedvinds fra deponiet, som kan bidrage til forhøjede koncentrationer af metan eller sporgas. Baggrundskoncentrationen kan stige eller falde i løbet af en målekampagne, hvilket ofte vil skyldes en ændring i lokale atmosfæriske forhold. For at undgå indflydelse fra en stigende eller faldende baggrundskoncentration blev den målte koncentration i enden af hver fanemåling brugt som baggrundskoncentration i emissionsberegningerne i de tilfælde, hvor de atmosfæriske forhold ændrede sig under målekampagnen. Baggrundskoncentrationen af sporgassen acetylen ændrer sig dog ikke som følge af lokale atmosfæriske ændringer på samme måde som metan, da der ikke er så mange lokale emissionskilder.

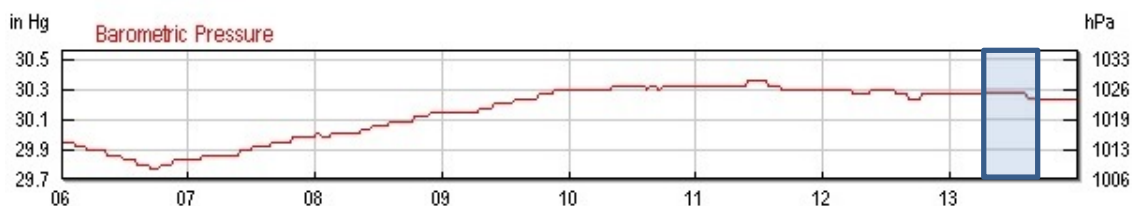
3. Beskrivelse af udførte målinger

Måling af den totale metanemission blev udført 13. oktober, 2015 mellem ca. 07:00 og 17:00. De første ca. 2 timer blev brugt på screeninger af metankoncentrationer på deponiet og i deponiets omgivelser, mens den resterende tid blev brugt på måling af den totale metanemission fra deponiet og fra komposteringsanlægget.

Ved måling af den totale metanemission fra deponiet blev der anvendt acetylen som sporgas frigivet fra to lokaliteter på deponiet. Der blev først frigivet 0,5 kg acetylen i timen fra hver af de to lokaliteter, mens der senere blev der frigivet 0,6 kg acetylen i timen fra hver lokalitet. Denne justering blev gjort for at opnå et bedre signal/støj forhold for målinger af forhøjede sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet. Placering af sporgasfrigivelsen blev justeret, indtil det blev observeret, at sporgasfrigivelsen på tilfredsstillende vis simulerede emission af metan fra deponiet. Dette blev konstateret ved sammenfald mellem hhv. forhøjede sporgaskoncentrationer og forhøjede metankoncentrationer nedvinds deponiet.

Temperaturen var 6-8 °C. Der var en let vind fra nordøst (ca. 3-4 m/s), der muliggjorde måling nedvinds deponiet på en cykelrute i en afstand på 300-400 m fra deponiets rand.

Figur 2 viser atmosfæretrykket i perioden før, under og efter målingen målt på Billund Lufthavn ca. 40 km fra deponiet. Det fremgår af figuren, at målingen er udført i en periode et højt stabilt atmosfæretryk på ca. 1025 mbar.



Figur 2. Atmosfæretryk i perioden for målingen målt ved Billund Lufthavn. Ca. tidspunkt for målingen er fremhævet i figuren. (Kilde: <http://www.wunderground.com>).

Der var inden målingen af den totale metanemission fra deponiet udført screeninger på deponiet, og i deponiets omgivelser d. 6.-8. august, 2015. Vindretningen var ikke egnet til måling af den totale metanemission fra deponiet i denne periode. Der blev på dette tidspunkt desuden screenet for forhøjede metankoncentrationer ved det mindre deponi lidt vest for Horsens Deponeringsanlæg afgrænset af Vibevej, Rypevej, Lollandsgade og Bremers Allé.

4. Resultater

4.1 Screening af metankoncentrationer

Måling af totalemission fra deponiet med sporgasdispersionsmetoden kræver, at frigivelsen af sporstof så vidt muligt sker samme sted som frigivelsen af metan, som beskrevet i afsnit 2. Dette blev gjort ved at måle de steder på deponiet, hvor det var muligt at køre med det anvendte måleudstyr.

Figur 3 viser screeningen udført i forbindelse med måling af den totale metanemission fra anlægget 13. oktober, 2015. Der blev målt svagt forøgede metankoncentrationer i anlæggets nordvestlige hjørne markeret (A) på Figur 3 – op til ca. 0,4 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,975 ppm. Ved deponiets centrale, del markeret (B) på figuren, blev der målt koncentrationer på op til 0,8 ppm over baggrunds niveau. Den højeste metankoncentration på deponiet blev målt ved (C) – op til 2,8 ppm over baggrunds niveau. Ved området længere mod øst på deponiet ((D) på figuren) blev der målt forøgede koncentrationer på op til ca. 0,8 ppm over baggrunds niveau. Disse målinger tyder på, at metanemissionen fra deponiet især sker fra anlæggets centrale del. Der var dog store dele af deponiet, hvor det ikke var muligt at køre med måleudstyret, hvilket skyldtes våde forhold på tidspunktet for målingen.

Ved komposteringsanlægget blev der målt metankoncentrationer, der var væsentligt højere end der blev målt på deponiet. Ved (E) på Figur 3 blev der målt koncentrationer på op til 10,1 ppm over baggrunds niveau.



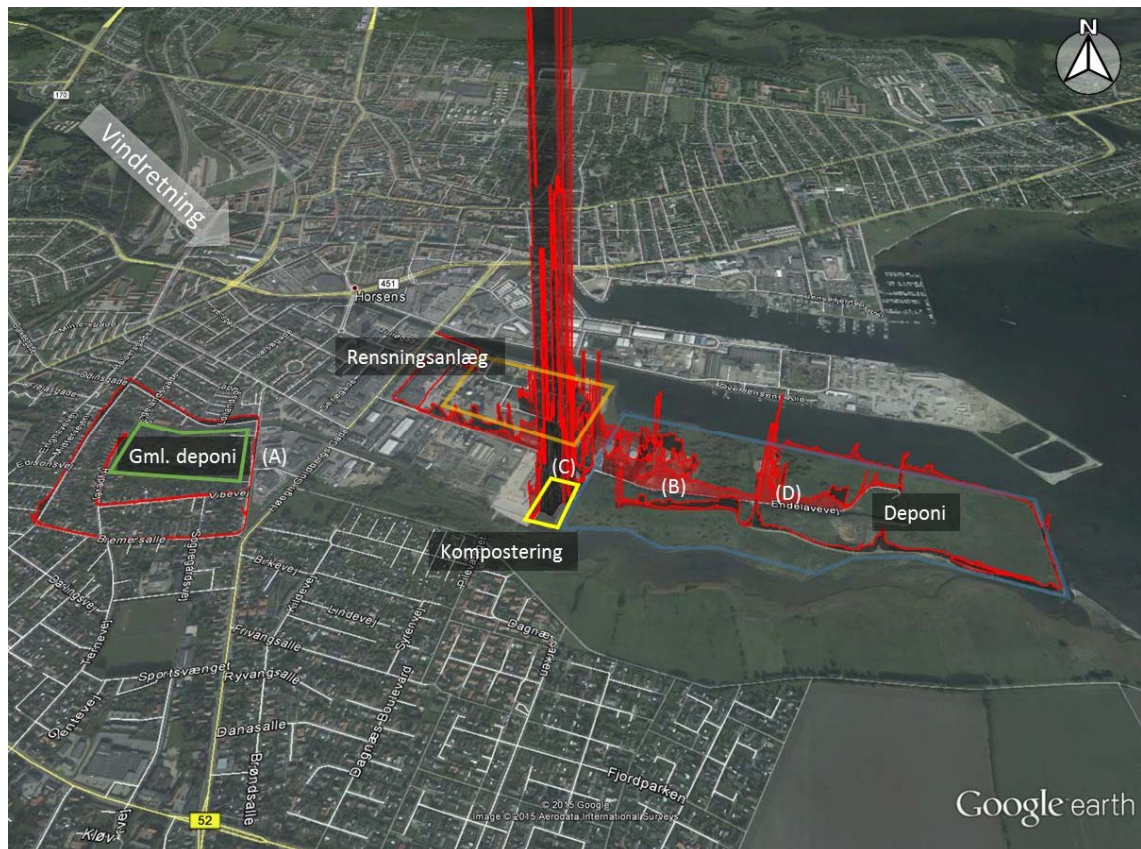
Figur 3. Screening af metankoncentrationer på Horsens Deponeringsanlæg 13. oktober, 2015. Deponiet og området til kompostering er fremhævet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,975 ppm) og er ganget med 200 for at være synlig på kortet.

Figur 4 viser resultatet af screening af metankoncentrationer udført den 8. august, 2015. På denne dag var der vind fra vestlig retning, og det var her muligt at køre på flere områder på anlægget sammenlignet med screeningen vist i Figur 3. Der blev her også screenet for metankoncentrationer nær det ældre deponi vest for Horsens Deponeringsanlæg.

Screeningen af metankoncentrationer nær det ældre deponi, markeret (A) i Figur 4 viste ikke forhøjede metankoncentrationer. Det var ikke muligt at køre på selve deponiet. Der vurderes, at metanemissionen fra det gamle deponi er minimal.

Ligesom ved screeningen udført den 13. oktober blev der målt forhøjede metankoncentrationer i deponiets centrale del. Ved stederne markeret (B) og (D) i Figur 4 blev der målt op til hhv. 0,2 ppm og 0,4 ppm over baggrunds niveau (1,925 ppm). På komposteringsområdet der er markeret (C) i figuren, blev der også her målt væsentligt forhøjede metankoncentrationer – op til 4,7 ppm over baggrunds niveau.

Målte metankoncentrationer ved rensningsanlægget viste desuden forhøjede metankoncentrationer, der tyder på metanemissioner fra dette anlæg.



Figur 4. Screening af metankoncentrationer på Horsens deponeringsanlæg 8. august, 2015. Deponiet, det ældre deponi vest for Horsens Deponeringsanlæg, rensningsanlægget nordvest for Horsens Deponeringsanlæg og komposteringsanlægget er fremhævet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,925 ppm) og er ganget med 100 for at være synlig på kortet.

Sammenfattende vurderes det ud fra screeningerne, at der sker metanemission fra deponiets centrale del. Der understreges dog, at screeningerne ikke dækker hele deponiets areal. Metanemissioner fra komposteringsanlæg og rensningsanlæg gør, at det er nødvendigt at foretage sporgasmålinger under vindforhold, der muliggør separation af de forskellige kilder, hvis missionen fra deponeret affald alene skal bestemmes. Der blev vurderet, at den bedst egnede vindretning for dette var vind fra nordøstlig retning.

4.2 Måling af den samlede metanemission

Metankoncentrationer blev målt nedvinds Horsens deponeringsanlæg for at bestemme, hvor det bedst kunne lade sig gøre at måle emissioner. Det blev fundet nødvendigt, at måle relativt tæt på deponiet, da emissioner fra hhv. deponi og komposteringsplads ellers ikke vil kunne separeres. Figur 5 viser en screening, hvor der blev frigivet sporgas fra deponiet, for at bestemme, hvor forøgede metankoncentrationer fra deponiet kunne observeres. Der blev observeret noget højere metankoncentrationer nedvinds komposteringsanlægget (op til 0,89 ppm over baggrunds niveau), end der blev målt nedvinds deponiet (op til 0,06 ppm over baggrunds niveau). Dette skyldtes nok til dels, at komposteringsanlægget var beliggende nærmere den vej, hvor målingen blev foretaget.

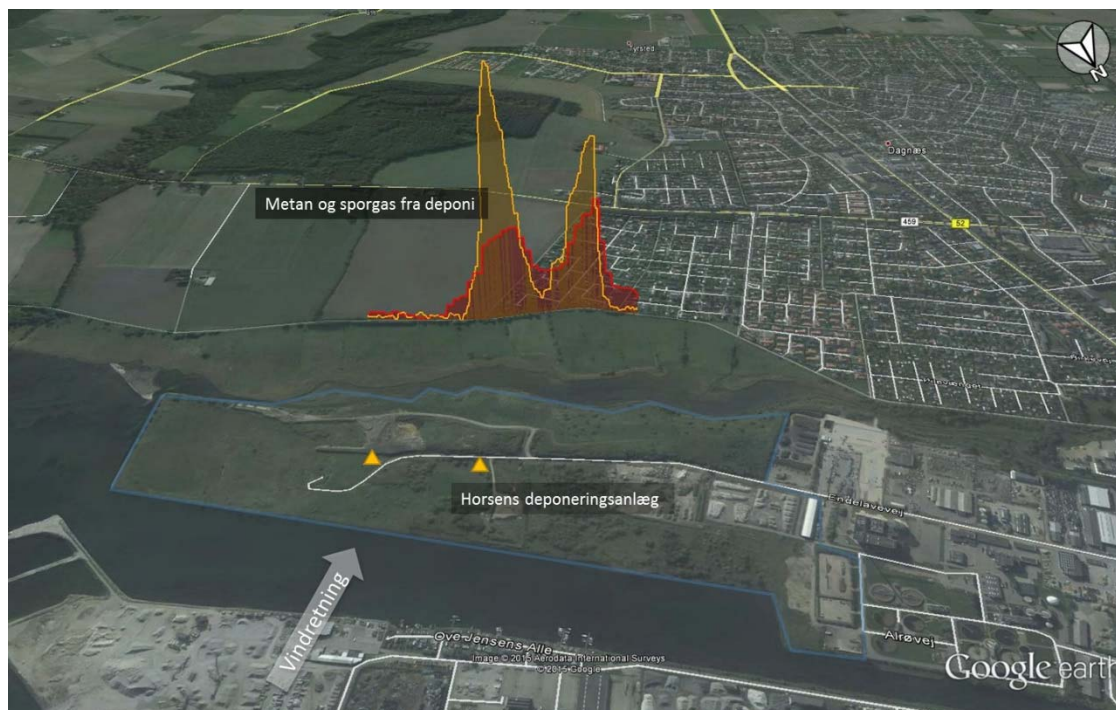


Figur 5. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,910 ppm) og er ganget med 6000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 40. De to gule trekanten markerer, hvor der blev frigivet sporgas.

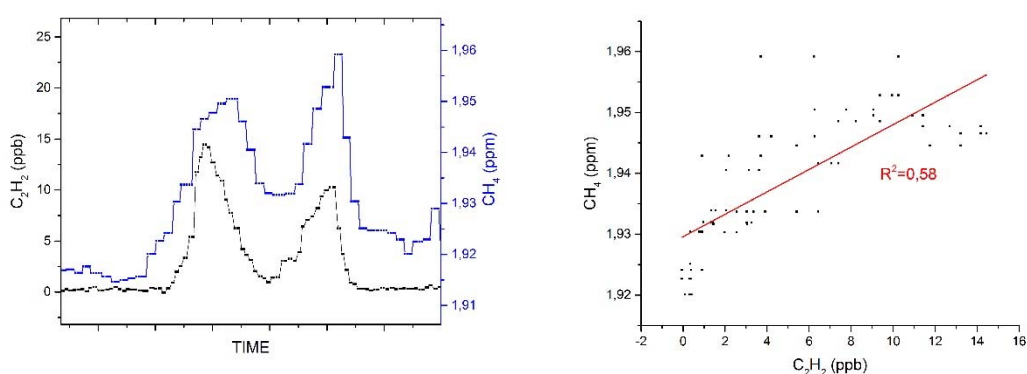
Metanemissionen er beregnet ud fra forholdet mellem metan- og sporgaskoncentrationerne i nedvindsfanen, hvor koncentrationerne er integreret for hver traversering af fanen. Der blev udført 14 succesfulde traverseringer for deponiet og 18 for komposteringsanlægget. De 14 traverseringer for deponiet blev valgt ud af et større antal. De valgte målinger inkluderer målinger hvor vindforhold under traverseringerne har medført de bedste betingelser for at adskille metanemission fra hhv. deponi og komposteringsanlæg.

Figur 6 viser et eksempel måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet for en traversering. Der blev frigivet sporgas på to lokaliteter fra den centrale del af deponiet. Der blev ved denne traversering ikke målt nedvinds komposteringsanlægget i modsætning til målingen vist i Figur 5. Ved traverseringen af fanen blev der målt metankoncentrationer op til 0,045 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,914 ppm.

Der blev som nævnt justeret på placeringen af frigivelse af sporgas, indtil der blev observeret en tilfredsstillende korrelation mellem hhv. forhøjede metankoncentrationer og sporgaskoncentrationer nedvinds deponiet. Den bedste korrelation blev fundet ved at frigive sporgas relativt centralt på anlægget. Dette tyder på, at metanemissionen fra deponiet hovedsageligt sker fra den centrale del, hvilket er i overensstemmelse med screeninger af metankoncentrationer på deponiet beskrevet i afsnit 4.1.



Figur 6. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet under måling af den totale metanemission fra deponiet 16:04. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,914 ppm) og er ganget med 6000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 40. De to gule trekanter markerer, hvor der blev frigivet sporgas.



Figur 7. Venstre graf viser metan- og acetylenkoncentrationer fra samme traversering som illustreret i Figur 6. Højre graf viser metan koncentrationer plottet mod sporgaskoncentrationer for fanen fra deponiet markeret i venstre graf.

Ved måling af den totale metanemission fra komposteringsanlægget blev der frigivet sporgas fra en lokalitet. Figur 8 viser et eksempel på en måling. Der blev her målt metankoncentrationer på op til 1,10 ppm over baggrunds niveau (1,935 ppm), hvilket var en del højere, end der blev målt nedvinds for deponiet. På figuren er placering af rensningsanlægget markeret. Ud fra vindretningen vurderes det, at emissioner fra rensningsanlægget ikke har påvirket måling af metanemission fra komposteringsanlægget.



Figur 8. Eksempel på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for komposteringsanlægget under måling af den totale metanemission 13:56. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,935 ppm) og er ganget med 300 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 15. Den gule trekant markerer, hvor der blev frigivet sporgas.

Tabel 1 viser målte totale metanemissioner fra Horsens Deponeringsanlæg samt komposteringsanlægget. Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $3,1 \pm 0,9 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ (gennemsnit af målinger \pm én standardafvigelse), mens den samlede emission fra komposteringsanlægget blev målt til $14,2 \pm 3,5 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$. Der blev udført 14 succesfulde traverseringer for deponiet og 18 for komposteringsanlægget.

Tabel 1. Målte totalemissioner af metan fra Horsens Deponeringsanlæg og nærliggende komposteringsanlæg udført 13. oktober, 2015.

Total metanemission fra deponi		Total metanemission fra komposteringsanlæg	
Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH ₄ h ⁻¹)	Tidspunkt for måling	Målt metanemission (kg CH ₄ h ⁻¹)
11:23	3,9	12:50	11,6
11:30	2,9	12:52	7,7
11:34	2,3	12:53	10,0
11:36	2,7	12:55	9,7
11:39	2,1	12:57	12,3
11:42	3,0	12:59	16,2
11:45	2,2	13:01	15,0
11:47	2,5	13:03	10,4
16:01	5,1	13:56	15,7
16:04	3,8	13:58	17,6
16:06	2,9	14:00	13,3
16:22	4,2	14:02	14,1
16:31	2,8	14:03	15,0
16:33	2,9	14:05	15,8
		14:06	20,3
		14:08	18,6
		14:10	17,6
		14:11	14,5

Gennemsnit	3,1 kg CH₄ h⁻¹	Gennemsnit	14,2 kg CH₄ h⁻¹
Standardafvigelse	0,9 kg CH₄ h⁻¹	Standardafvigelse	3,5 kg CH₄ h⁻¹
Antal traverseringer	14	Antal traverseringer	18

5. Konklusion

Der blev udført måling af den totale metanemission fra Horsens Deponeringsanlæg samt komposteringsanlægget den 13. oktober, 2015. Temperaturen var 6-8 °C. Der var en let vind fra nordøst under målingen på ca. 3-4 m/s, og et stabilt atmosfæretryk på ca. 1025 mbar.

Screening af metankoncentrationer på Horsens Deponeringsanlæg viste forhøjede metankoncentrationer på deponiet – især i den centrale del. Der blev målt noget højere koncentrationer på komposteringsanlægget beliggende umiddelbart vest for deponiet. Dette blev observeret både ved screeningen den 13. oktober og screening udført 8. august.

Metanscreening nær ældre deponi vest for Horsens deponeringsanlæg tyder på, at emissionen af metan er minimal fra det ældre deponi.

Ved måling af den totale metanemission fra deponiet blev der udført 14 traverseringer, hvor det var muligt at separere emission fra hhv. deponiet og det nærliggende komposteringsanlæg. Der blev frigivet sporgas fra to lokaliteter på anlægget. Den samlede emission fra deponiet blev beregnet til $3,1 \pm 0,9 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$. Der blev udført 14 succesfulde traverseringer.

Der blev desuden målt total metanemission fra komposteringsanlægget. Denne emission var noget højere end emissionen fra deponiet. Det er derfor væsentligt ved fremtidige målinger i forbindelse med biocover projektet, at tilsvarende målinger udføres under vindforhold, der muliggør separering af de to kilder til metanemission. Dette lykkedes altså her, hvor der var vind fra nordøstlig retning.

6. Referencer

Galle, B., Samuelsson, J., Svensson, B.H., Börjesson, G. (2001). Measurements of methane emissions from landfills using a time correlation tracer method based on FTIR absorption spectroscopy. *Environmental Science & Technology*, 35 (1), 21-25

Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Rella, C.W., Scheutz, C., (2014). Quantifying methane emission from fugitive sources by combining tracer release and downwind measurements - a sensitivity analysis based on multiple field surveys. *Waste Management*. 34, 1416–28

Scheutz, C., Samuelsson, J., Fredenslund, A. M., and Kjeldsen, P. (2011). Quantification of multiple methane emission sources at landfills using a double tracer technique. *Waste Management*, 31(5), 1009-1017